

DERWENT-ACC-NO: 1993-380702

DERWENT-WEEK: 199348

COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Mfg. micro-plasma jet forming appts. - by forming groove opening on electrically conductive layer of insulated substrate, and forming hollow portion composed of groove by joining of substrate for lid

PRIORITY-DATA: 1992JP-0076810 (March 31, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO

JP 05283193 A

PUB-DATE

October 29, 1993

LANGUAGE

PAGES

000

MAIN-IPC

H05H001/32

INT-CL (IPC): B23K 10/00; H05H 1/32

AN 1993-283193 JAPIO
TI MANUFACTURE OF MICRO-PLASMA JET FORMING DEVICE
IN GOTO YOSHITAKA; MIZUNO NAOHITO; FUJINO SEIJI
PA NIPPONDENSO CO LTD, JP (CO 000426)
PI JP 05283193 A 19931029 Heisei *get*
AI JPI992-76810 (JP04076810 Heisei) 19920331
SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Unexamined Applications, Section: E, Sect. No. 1500, Vol. 18, No. 63, P. 113 (19940202)
AB PURPOSE: To form an extremely small plasma jet.
CONSTITUTION: An SOI wafer formed with an N+ silicone layer 3 via an insulating layer 1 on a silicone wafer 2 is used, a groove 3a is formed on the N+ silicone layer 3, a gas flow path is formed, and electrode layers 7, 8 are insulated and separated by the N+ silicone layer 3. The distance between the cathode 7 and the anode 8 and the shape of a nozzle hole 3b are precisely set. When an electrode 6 set on a glass 11 is connected to a power source 4, a creeping discharge occurs along the insulator surface forming part of the inner wall of the groove 3a, the plasma source gas 10 introduced into the groove 3a from a gas guide hole 5 is made plasma, and it is injected from the nozzle hole 3b as a plasma jet 9. The diameter of the nozzle hole 3b is specified by the film thickness of the N+ silicone layer 3, and the fine plasma jet can be realized.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-283193

(43)公開日 平成5年(1993)10月29日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 5 H 1/32		9014-2G		
B 2 3 K 10/00	5 0 4	7920-4E		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-76810

(22)出願日 平成4年(1992)3月31日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 後藤 吉孝

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 水野 直仁

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 藤野 誠二

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

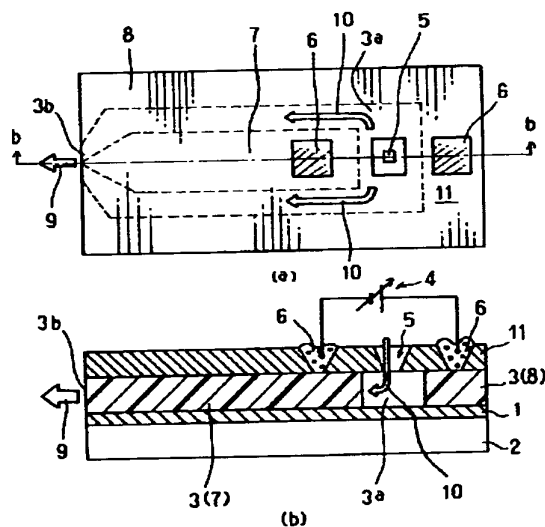
(74)代理人 弁理士 碓氷 裕彦

(54)【発明の名称】 マイクロ・プラズマジェット形成装置の製造方法

(57)【要約】

【目的】 超小型のプラズマジェットを形成するマイクロ・プラズマジェット形成装置を提供する。

【構成】 シリコンウエハ2上に絶縁層1を介してN⁺シリコン層3が形成されたSOIウエハを用い、N⁺シリコン層3に溝3aを形成することにより、ガス流通路の形成およびN⁺シリコン層3による電極層7、8の絶縁分離をはかる。この際、陰極7、陽極8間距離およびノズル孔3bの形状が精度よく設定される。ガラス11に設定された電極6を電源4に接続することにより、溝3a内壁の一部を形成する絶縁物表面に沿って沿面放電が発生され、ガス導入孔5より溝3aに導入されたプラズマ源ガス10はプラズマ化され、ノズル孔3bよりプラズマジェット9として噴出される。ノズル孔3bの径は、N⁺シリコン層3の膜厚によって規定され、微細なプラズマジェットが実現される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に導電層が形成された絶縁性基板の該導電層に、前記絶縁性基板にまで至るとともに該導電層側部に開口部を有する溝を形成する工程と、前記導電層を挟むようにして前記絶縁性基板上に蓋用基板を接合し、該接合基板内に前記溝による空洞部を構成する工程と、前記導電層側部の前記溝の開口部をプラズマジェット噴出ノズルとして前記空洞部にプラズマ源ガスを供給すべく、前記蓋用基板に前記空洞部と連通するガス導入孔を形成する工程と、前記空洞部に露出された少なくとも前記絶縁性基板の絶縁面に沿って沿面放電領域が設定されるように、前記導電層と電気接続する電極部を構成する工程とを含むことを特徴とするマイクロ・プラズマジェット形成装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は微細加工技術に係わり、例えば全体の寸法が10mm以下というようなマイクロマシンの部品等の溶射、加工等に用いて好適なマイクロ・プラズマジェット形成装置に関する。

【0002】

【従来技術およびその問題点】従来、一般的な溶射、切断等の加工技術にアーク放電を用いた加工機が利用されている。この加工機は、対向電極間にアーク放電を形成し、このアーク放電中を介してアルゴン、水素等のプラズマガスを分解、解離し、被加工材料にプラズマジェットとして噴きつけるようにするもので、高い気体温度を得ることができる。

【0003】しかしながら、このプラズマジェットを用いた従来の加工機は、その体格が大きく、マイクロマシンの部品のように微細な被加工材料の加工に用いようとしても、そのプラズマジェット自体が被加工材料より大きくなってしまい、超微細加工には適してはいなかった。

【0004】また、生産力の向上のためには同一部品の加工を一度に多点数行うことが要求されるが、超微細加工においては各加工機における幾何学的なばらつきによってさえ、各被加工材料の加工精度が左右されてしまうことになる。従って、同一構造の加工機を高精度に複数製造することが要求されるが、従来のプラズマジェット形成装置のように一般機械加工で製造するのではこの要求を満足することは殆ど不可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記した問題点に鑑み、極微小な部分の立体的な加工に用いて好適なマイクロ・プラズマジェット形成装置を提供するうえで、同装置を同時に複数、しかも高い形状精度で製造することができる、その製造方法を提供することを目的と

する。

【0006】

【発明の概要】上記目的を実現すべく、本発明に係るマイクロ・プラズマジェット形成装置は、その製造方法において、表面に導電層が形成された絶縁性基板の該導電層に、前記絶縁性基板にまで至るとともに該導電層側部に開口部を有する溝を形成する工程と、前記導電層を挟むようにして前記絶縁性基板上に蓋用基板を接合し、該接合基板内に前記溝による空洞部を構成する工程と、前記導電層側部の前記溝の開口部をプラズマジェット噴出ノズルとして前記空洞部にプラズマ源ガスを供給すべく、前記蓋用基板に前記空洞部と連通するガス導入孔を形成する工程と、前記空洞部に露出された少なくとも前記絶縁性基板の絶縁面に沿って沿面放電領域が設定されるように、前記導電層と電気接続する電極部を構成する工程とを含むことを特徴としている。

【0007】従って、本発明によれば、プラズマジェット形成装置の製造に半導体製造技術を応用するようにしているため、該装置を超小型に製造することができ、しかも同一基板内に複数個形成することができることから一度に多くを容易に製造することができる。さらに、このとき、各装置の幾何学的なばらつきは実質的に抑えることができ、同一形状、寸法の装置を高精度に大量生産することができる。

【0008】

【実施例】以下、本発明を図に示す実施例に基づいて説明する。

(第1実施例) 図1には本発明第1実施例を示す。図1は本実施例のマイクロ・プラズマジェット形成装置の概略的な構造図を示すもので、同図(a)に平面図、同図(b)にそのb-b断面図を示す。なお、図1(a)には表面の電極層の引きまわしおよびパッド部についてはその表示を省略している。

【0009】本実施例を図2～6および図1を用いての製造工程に従って次に説明する。まず、図2に示すように、 SiO_2 等の絶縁層1上に N^+ シリコン層3が形成された所謂SOIウエハを用意する。これは、シリコンウエハ2と N^+ シリコンウエハ3とを絶縁層1を介して接合する、あるいは N^+ シリコンウエハ3表面に絶縁層1を形成してポリシリコンよりなる台座層を厚く形成する等、公知のSOI基板製造技術で実現できる。尚、本実施例では N^+ シリコン層3の膜厚を約 $10\mu\text{m}$ としている。

【0010】次に、図3(a)に示すように、 N^+ シリコン層3上にCVD法により SiO_2 膜12を堆積し、公知のフォトリソグラフィにより図3(b)に示すパターンにて N^+ シリコン層3表面を露出する開口部12aを、 SiO_2 膜12に形成する。

【0011】次に、図4(a)に示すように、この SiO_2 膜12をマスクとして、絶縁層1へ至るトレンチエ

3

ッチングを行い、将来ガス流通路となる溝3aを構成する。この溝3aの構成により図4(b)の斜視図に示すように、N⁺シリコン層3は将来陰極7となる部位と陽極8となる部位が分離される。また、将来ノズル孔3bとなる溝開口部がN⁺シリコン層3の一側面に形成され、針状に細くなった陰極7の先端形状と陽極8の開口部近傍の形状とでノズル形状が構成される。このようにノズル形状および陰極7/陽極8間の距離は、図3に示す工程でのSiO₂膜12のパターニング工程によって規定されることになり、極めて高精度に微細構造を形成することができる。また、一つのマスクパターンを用意しておけば、同形状の微細構造を容易に多数、精度よく構成することが可能である。

【0012】また、マスクパターン変更のみで、SiO₂膜12に形成する開口パターンを種々変更することが可能であり、例えば図7に示すように、上述の開口部12aに加えて櫛歯状の開口部12bを構成するようにすれば、図4に示す工程において、陽極8を構成するN⁺シリコン層3につづら折り状の溝を構成することができ、将来、この溝を陽極8の冷却に必要な冷却媒体の流通路として活用することができる。

【0013】次にSiO₂膜12を除去した後、図5に示すように、溝3aの形成が施されたN⁺シリコン層3を挟むように、ガラス11を接合する。ガラス11の接合は、高温中(〜1000℃)で接合する、あるいはNaイオンを含んだガラスを用いて陽極接合により接合する等、公知の接合技術を用いることができる。また、ガラス11の代わりにSiO₂膜を表面に形成したシリコンウエハを用いて、ウエハ直接接合により接合するようにしてもよく、更にはN⁺シリコン層3表面にSiO₂を形成して他のシリコンウエハを直接接合するようにしてもよい。

【0014】そして、図6に示すように、ガラス11をエッチングすることにより、内部空洞とされた溝3aに連通するガス導入孔5および陰極7、陽極8とされたN⁺シリコン層3へのコンタクト孔の開孔、また必要に応じて冷却媒体流通路への連通孔の開孔を行い、コンタクト孔を介してW、Mo等の高融点金属電極6および表面配線、パッド部形成を行う。

【0015】その後、シリコンウエハからの切り出しにより、図1に示すようにチップ状とされたマイクロ・プラズマジェット形成装置が製造される。尚、このチップダイシングの際のスクライプ位置は、ノズル孔3b近傍においてノズル先端部分が切断によって損傷されないように、20μm程度離れた位置に設定することが望ましい。

【0016】以上、本実施例を単体においてその製造工程順に説明したが、半導体製造技術を応用してプラズマジェット形成装置を形成するものであるため、陰極、陽極、冷却機構等が表面的に構成されることになり(プレ

4

一ナ構造)、その体格は超小型としても精密に構成することができ、しかも同一基板上に高集積することによりチップ状として一度に多くを製造することができる。例えば本実施例ではN⁺シリコン層3の膜厚でほぼ決まるノズル径でノズル部を構成するようにしており、例えば10μmという微細なノズルを半導体製造工程と同等の精度で容易に形成することができる。尚、ガス導入孔5は、ガラス11に、すなわち基板面に水平に設定されているため、比較的大径に構成することが可能である。

10 【0017】尚、本実施例においてN⁺シリコン層3を使用する例を説明したが、他に例えばW、Mo等の高融点金属からなる薄膜に代えて構成するようにしてもよい。次に本実施例装置の使用例について説明する。

【0018】図1(b)に示すように、2つの電極6と各々接続する図示しない電源端子に直流正極性の電源4を接続し、N⁺シリコン層3よりなる陰極7および陽極8間に電界を印加する。また、ガス導入孔5より電離度の高い第0族のガスであるアルゴンを導入する。

【0019】ガス流通路となる溝3aに沿って、陰極7、陽極8間には、絶縁層1あるいはガラス11の絶縁物が介挿されており、この絶縁物表面に沿って沿面放電が容易に形成されることになる。これは、絶縁物・陰極・プラズマとなるガスが接触する三重接点で、電界が集中しやすく、電子の放出源になり易いことを利用したものである。尚、針状とされた陰極7の先端部においてはその形状により電子が放出しやすくされているのに加え、ノズル形状により陰極7と陽極8が最接近しており、容易に放電を開始することが可能である。

30 【0020】放電が安定したところでこの沿面放電に、図1(a)、(b)に示すようにガス導入孔5よりガス流通路(溝3a)を介してプラズマ源ガス10としてアルゴンと水素を供給し、ガスプラズマとする。そして、このガスプラズマをプラズマ源ガス10の流れにてノズル孔3bから押し出すことにより、その流れを絞りプラズマジェット9とする。

【0021】本実施例においては、その体格が超小型とされ、ノズル孔径も10μm程度と超小型とされているために超小型にプラズマジェットを形成することができ、このプラズマジェットを用いて数mm以下の微細な被加工材料に対して精度よく加工を行うことが可能である。また、プラズマ源ガスとして被加工材料に応じたエッチングガスを使用すれば、沿面放電により活性種とされたガスプラズマをプラズマジェットとして噴出し、被加工材料を精度良く切断加工することができる。また、被加工材料に堆積させる原料ガスを使用すれば、プラズマジェットにより容易に溶射することも可能である。尚、これらエッチングガス、原料ガスはガス導入孔5より導入せずとも、ガス導入孔5からは上記したようにアルゴン、水素等のプラズマ源ガスを導入し、このアルゴン、水素等のプラズマ源ガスによるプラズマジェットに

50

供給可能となるようにノズル孔3b近傍に開口する反応ガス流通路を、上記図3、図4に示す工程において付加形成するようにしていてもよい。

【0022】(第2実施例)上記第1実施例はガス流通路中のプラズマ源ガスの流れに直交するように電界を印加するものを示したが、本第2実施例はガスの流れと平行方向に電界を印加するものである。尚、沿面放電の形成される絶縁体表面は上記第1実施例と同様に基板面と平行に設定されるものである。

【0023】図8~12を用いて本実施例を説明する。尚、図中、上記第1実施例に対応する構成には対応する符号が付してある。図8(a)において、ガス流通路となる溝103aの一端側にはガス導入孔105が設定されるとともに後電極層107が設定され、他端側には溝103aの幅を徐々に絞るようにしたノズル部およびノズル孔103bが設定されるとともに前電極層108が設定されている。上記第1実施例同様、2つの電極端子部106にプラズマ電源を印加することにより、前電極層108と後電極層107との間に介挿された絶縁層101あるいはガラス111の表面に沿って沿面放電が形成される。この沿面放電中にプラズマ源ガス10をガス導入孔105より導入することによりガスプラズマとなし、ノズル孔103bより噴出することでプラズマジェット9が形成される。

【0024】次に本実施例の製造方法を図9~図12を用いて説明する。上記第1実施例と同様に、まず図9に示すように、N⁺シリコン層103がSiO₂等よりなる絶縁層101上に形成されたシリコンウエハ102を用意する。そして、図10に示すように、将来の電極107、108間距離に応じて離間させたトレンチ溝113aを形成する。このトレンチ溝113aは下層の絶縁層101を表面に露出させる深さを有しており、これにより前電極108となるN⁺シリコン層103と後電極107となるN⁺シリコン層103とが電気的に分離される。尚、各トレンチ溝113a相互間の距離を制御することにより、前電極108、後電極107間の距離が制御される。

【0025】次に、図11に示すように、トレンチ溝113a内をSiO₂等の絶縁分離層113で埋設する。これは、トレンチ溝の幅に応じて、例えば熱酸化により埋設する、熱酸化後ポリシリコン等の充填物で埋設する等、公知の誘電体分離技術で実現できる。尚、図11において図(a)は断面図、図(b)は平面図である。

【0026】次に、図12に示すように、この絶縁分離層113を横切るようにして、上記図3、図4の工程と同様にガス流通路となる溝103aを形成し、溝103a底面に絶縁層101を露出させるとともに前電極108側のN⁺シリコン層103側面にノズル孔103bを開口させる。本実施例においても、ノズル孔103bの径はN⁺シリコン層103の膜厚により設定でき

る。

【0027】そして、上記図5、図6に示す工程と同様に、溝103aの蓋となるガラス111の接合、電極コンタクト孔およびガス導入孔の開孔、金属電極層の配設を行い、図8(a)、(b)に示す装置が製造される。

【0028】このように、本実施例の製造においても、半導体製造技術が応用されるものであるため、超小型の装置を大量にしかも精度よく製造することが可能となる。

10 (第3実施例)上記第1、第2実施例は、沿面放電の形成される絶縁体表面を基板面と平行方向に設定した例を示したが、本第3実施例は基板面に直交する方向に設定するようにしたものである。図13に本実施例の斜視図、図14(a)に平面図、図14(b)に図14(a)のbb断面図を示す。尚、図中、上記第1実施例に対応する構成には対応する符号が付してある。

20 【0029】本実施例の上記第1実施例との相違点は、まず上記図2に示す工程において、下側の台座として利用したシリコンウエハ2に代えてN⁺シリコンウエハ202を用い、台座としての機能に加えて電極としての機能を付加するようにした点にある。また、図4に示す工程において形成した溝3aを、図13に示すように、絶縁層201を貫通してN⁺シリコンウエハ202にまで達する溝203aとしている。これにより、沿面放電領域15は、図14(b)に示すように絶縁層201の溝203a内部に露出された縦方向側面に設定されることになる。

30 【0030】上層側のN⁺シリコン層203を上方電極層(陰極)207とし、下層側のN⁺シリコンウエハ202を下方電極層(陽極)208として、プラズマ電源を印加することにより、上述したように、絶縁層201の溝203aの内部に露出した側面に沿って沿面放電15が形成される。なお、上方電極層207への電気接続は、N⁺シリコン層203上部に溝203aの蓋として接合されたガラス211に形成されたコンタクト孔内の金属電極206を介して行うことができる。尚、本実施例では両電極層間の絶縁分離は絶縁層201により確保されているため、蓋体としてのガラス211に代えて導電性の例えばN⁺シリコン基板を採用することもできる。また、下方電極層208への電気接続はN⁺シリコンウエハ202裏面に金属電極層を配設する等して容易に行うことができる。

40 【0031】そして、溝内壁に形成された沿面放電にガス導入孔205よりプラズマ源ガス10を導入することによりガスプラズマとなし、このガスプラズマの流れをノズル孔203bにて絞ることによりプラズマジェット9が形成される。

50 【0032】このように、本実施例を製造するにあたり、上記第1実施例同様、半導体製造技術が応用されるものであるから、超小型の装置を大量にしかも精度よく

製造することができる。

【0033】尚、本実施例において、両電極層207、208間の距離は、絶縁層201の膜厚によって容易に制御することができる。尚、上記種々の実施例では、シリコンを母材としたN⁺シリコン層/絶縁層/シリコンウエハの所謂SOIウエハを用いてガス流通路となる溝をN⁺シリコン層(SOI層)に形成する例を示したが、他に例えばAl/AI₂O₃/Al構造等の基板を用いるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第1実施例のマイクロ・プラズマジェット形成装置の概念図であり、図(a)は平面図、図(b)はそのb-b断面図である。

【図2】図1に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

【図3】図1に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

【図4】図1に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

【図5】図1に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

【図6】図1に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

【図7】マスクパターン例を示す図である。

【図8】本発明第2実施例のマイクロ・プラズマジェット形成装置の概念図であり、図(a)は平面図、図(b)はそのb-b断面図である。

【図9】図8に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

【図10】図8に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

【図11】図8に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

【図12】図8に示す構造の製造方法の説明に供する図である。

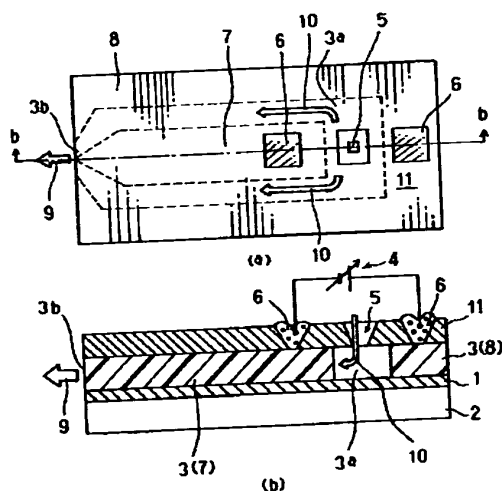
【図13】本発明第3実施例のマイクロ・プラズマジェット形成装置の概念図である。

【図14】図(a)は図13に示す構造の平面図、図(b)はそのb-b断面図である。

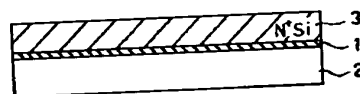
【符号の説明】

- 1 絶縁層
- 2 シリコンウエハ
- 3 N⁺シリコン層
- 3a 溝
- 3b ノズル孔
- 4 電源
- 5 ガス導入孔
- 7 陰極
- 8 陽極
- 9 プラズマジェット
- 10 プラズマ源ガス
- 11 ガラス
- 12 SiO₂膜

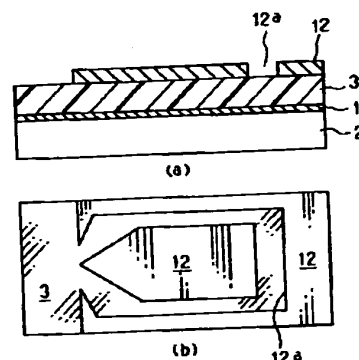
【図1】



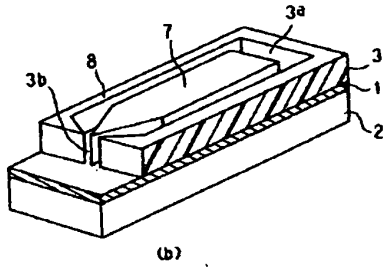
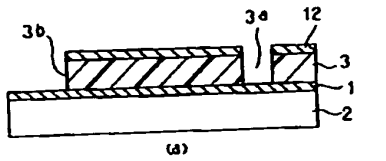
【図2】



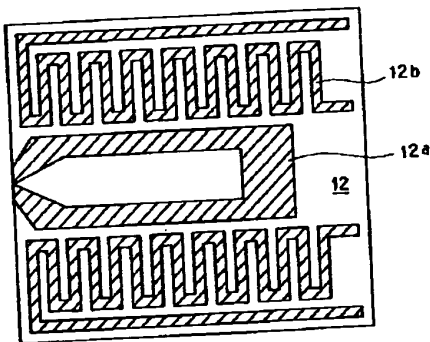
【図3】



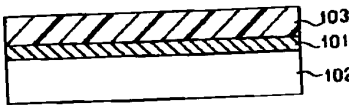
【図4】



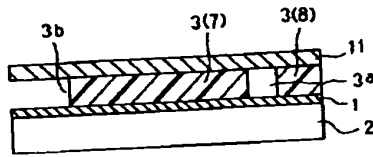
【図7】



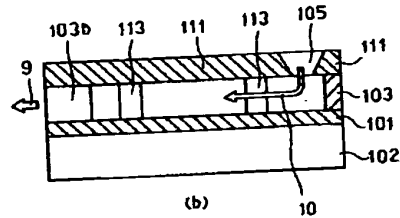
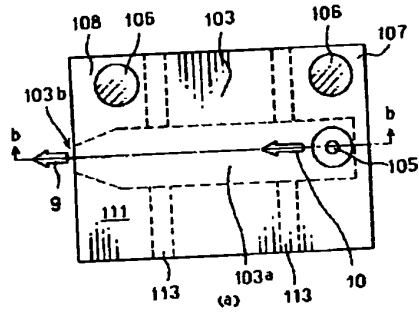
【図9】



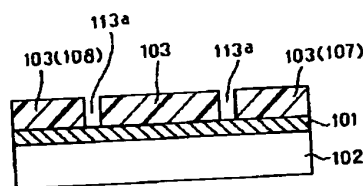
【図5】



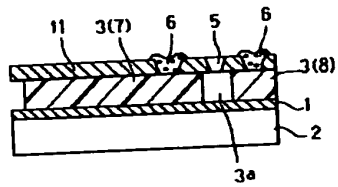
【図8】



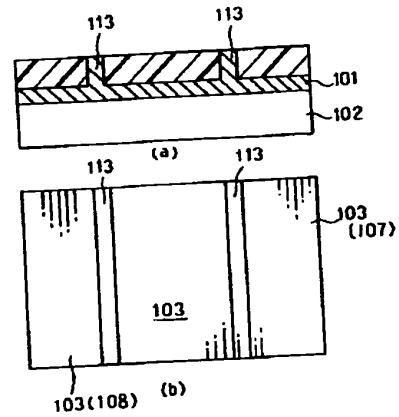
【図10】



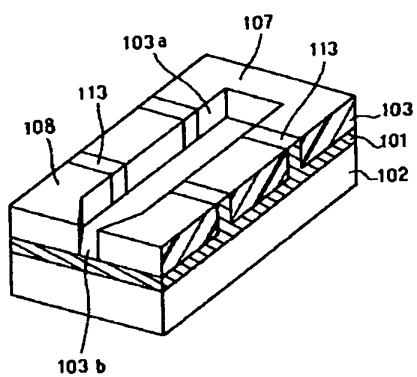
【図6】



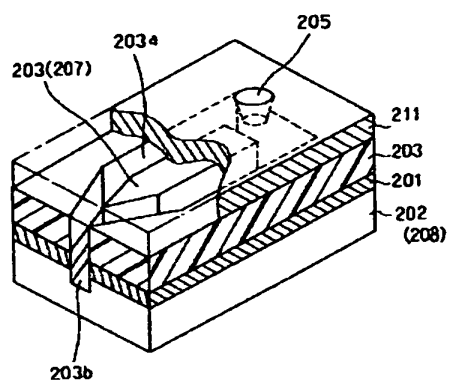
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

